

# Relación entre parámetros topográficos y la agudeza visual corregida en ojos normales y con queratocono

\*MJ. Giráldez

\*E. Yebra-Pimentel

\*\*A. Cerviño

\*\*\*JM. González-Méjome

\*C. García-Resúa

\*Departamento de Física Aplicada (Óptica); Universidad de Santiago de Compostela

\*\* Neurosciences Research Institute (Optometry); Aston University, Birmingham, UK

\*\*\*Departamento de Optometría; Universidade do Minho, Braga, Portugal

**El programa Holladay Diagnostic Summary proporciona índices cuantitativos que permiten estimar la agudeza visual cuando la córnea es el factor limitante de la visión. En este estudio participaron 38 pacientes (19 con queratocono y 19 con córneas normales). Se determinó el índice de uniformidad corneal (IUC), la predicción de agudeza visual corneal (PAVC), el astigmatismo total (AT) y el astigmatismo regular (AR) utilizando el Holladay Diagnostic Summary, a través del EyeSys. La PAVC es más útil en la predicción de la AVCC en ojos normales que en ojos con queratocono. El IUC revela una córnea no uniforme bien correlacionada con la PAVC en ojos con queratocono, observándose que la presencia de AR y la necesidad de corrección cilíndrica aumentan a medida que el IUC disminuye.**

*The Holladay Diagnostic Summary provides specific corneal parameters to estimate the predicted acuity if the cornea is the limiting factor in the visual system. 38 patients participated in this study (19 with keratoconus and 19 with normal corneas). The Corneal Uniformity Index (CUI), the Predicted Corneal Acuity (PCA), Total Astigmatism (TA) and Regular Astigmatism (RA) were recorded from Holladay Diagnostic Summary. The PCA seems to be more useful in normal than in keratoconic corneas. The CUI shows a non uniform cornea in keratoconus, which is highly correlated with PCA. As CUI decreases we can observe that RA increases, as well as the need of cylindrical refraction.*

---

## Correspondencia

M<sup>a</sup> Jesús Giráldez Fernández  
Escuela Universitaria de Óptica y Optometría  
Universidad de Santiago de Compostela  
15782, Santiago de Compostela (A Coruña)  
Tel.: 981 56 31 00 ext: 13526  
famjgf@usc.es

## Introducción

Numerosos estudios ponen de manifiesto que el análisis de la topografía corneal a través del videoqueratoscopio proporciona información clínicamente útil<sup>1-3</sup>. Conocer la forma de la córnea resulta de gran importancia en la adaptación de lentes de contacto, por el efecto de las lentes sobre la fisiología corneal, para el diseño de lentes de contacto, en el diagnóstico de patologías corneales, así como para evitar complicaciones asociadas a la cirugía refractiva.

El queratocono es una ectasia corneal caracterizada por un encurvamiento y adelgazamiento progresivo de la córnea en su área central y paracentral inferior. La clasificación del queratocono puede realizarse según el valor de la curvatura corneal central (leve: curvatura mayor a 7,50 mm; moderado: curvatura corneal central entre 6,50 y 7,50 mm; avanzado: radio corneal central menor de 6,50; grave: curvatura menor a 5,50 mm), la forma del cono (redondeado, oval y global) o el grado de progresión<sup>4-6</sup>. En el queratocono de primer grado la agudeza visual con la corrección del error refractivo es normal, siendo el astigmatismo uno de los primeros signos que se presentan. Estudios previos indican que las primeras manifestaciones del queratocono podrán ser detectadas mediante el análisis de la topografía corneal<sup>1,7</sup>.

Diferentes autores han desarrollado índices topográficos para cuantificar la irregularidad de la superficie corneal y valorar su relación con la agudeza visual con corrección (AVCC). Sin embargo los hallazgos no son concluyentes, puesto que se han encontrado pacientes en los que la AV es óptima en presencia de un alto grado de irregularidad corneal<sup>7,8,9</sup>, y otras investigaciones<sup>10,11</sup> muestran que la medida de la irregularidad corneal podría ser un valor interesante para predecir la calidad óptica de la córnea y la AV que permitiría en ese sujeto.

El programa Holladay Diagnostic Summary (HDS) fue diseñado para proporcionar índices cuantitativos que nos permitan estimar la agudeza visual cuando la córnea es el factor limitante de la visión. El programa HDS proporciona información sobre la verdadera potencia de la córnea en cada punto, la forma de la córnea comparada con una córnea normal, la calidad óptica de la superficie corneal en cada punto y 15 parámetros

específicos entre los que se encuentra el índice de uniformidad corneal (IUC), la predicción de agudeza visual corneal (PAVC), el astigmatismo total (AT) y el astigmatismo regular (AR)<sup>2</sup>. El IUC es una medida de la uniformidad de la distorsión de la superficie corneal en el área central de 3,00 mm, y se expresa como porcentaje<sup>2</sup>. Este parámetro, cuyo valor normal suele exceder el 80%, es útil en el diagnóstico diferencial de patología corneal, decreciendo cuando la distorsión de la superficie corneal no es uniforme. El PAVC cuantifica la calidad de la córnea en un área central de 3,00 mm y es una estimación de la agudeza visual del paciente, considerando que la córnea es el factor limitante en el sistema visual y que el segmento posterior es normal<sup>2</sup>. Se expresa en unidad de agudeza visual de Snellen y va desde 20/10 a 20/200. El AT se corresponde con la diferencia entre la potencia del meridiano más curvo y el más plano, calculados ambos valores de potencia teniendo en cuenta todos los puntos dentro del área de 3,00 mm y no sólo los valores que se encuentran en el perímetro de 3,00 mm. El AR representa la magnitud y eje del astigmatismo que puede ser neutralizado con una corrección cilíndrica, es decir, representa la potencia y eje del cilindro que mejor corrige la irregularidad que pueda estar presente en la zona central de 3,00 mm.

El objetivo de este estudio es evaluar la relación entre el IUC y la PAVC, así como su relación con la AVCC, tanto en ojos normales como en ojos con queratocono, con la finalidad de determinar el grado de efectividad de estos parámetros en la predicción de la AVCC, teniendo en cuenta la presencia de astigmatismo irregular y regular en los casos de queratocono.

## Método

En el estudio participaron 38 pacientes, 19 de ellos con queratocono. Todos los pacientes presentaban una AVCC de 20/20 o mejor y no presentaban ninguna patología ocular excepto en la forma de la córnea; 19 ojos tenían un patrón topográfico anómalo resultado del queratocono y los otros 19 tenían patrones topográficos normales. En todos los pacientes con queratocono, éste era de primer grado según el nivel de progresión, y de grado leve, atendiendo al valor de la curvatura corneal central.

Pacientes con falta de transparencia de medios, ambliopía, anomalías maculares o

con cualquier otra posible causa de disminución de AV fueron excluidos.

La AVCC fue determinada con un optotipo de AV de Snellen que permite cuantificar niveles de AV superiores al 20/20. Las medidas se realizaron en condiciones de iluminación estándar y fueron calculadas en unidades logarítmicas.

Se examinó el ojo derecho de cada paciente utilizando el sistema de topografía corneal EyeSys (EyeSys Corneal Topography Analysis System 2000 versión 3.1), y el IUC, la PAVC, el AT y el AR se obtuvieron para cada ojo a través del HDS, determinados en base a los datos obtenidos en la zona central de 3 mm. El IUC se expresa en forma de porcentaje y la PAVC en notación de Snellen (20 pies). Los valores de PAVC, para el estudio, fueron transformados en unidad logarítmica<sup>2</sup>.

El análisis estadístico se realizó mediante el SPSS (SPSS Professional Statistics 6.1 program). La relación entre los parámetros IUC y PAVC en ojos normales y en ojos con queratocono se evaluó mediante análisis de regresión. También se realizó una prueba T para muestras relacionadas con la finalidad de determinar la diferencia entre la AVCC y la PAVC en ambos casos. Para valorar la influencia de la presencia de astigmatismo regular y/o irregular en los casos de queratocono, se valoró la relación entre ambos parámetros. Puesto que el AR representa la magnitud y eje del astigmatismo que puede ser neutralizado con una corrección cilíndrica, se valoró también su relación con el componente cilíndrico del error refractivo. Finalmente, se realizó un análisis de regresión entre el IUC y el AR y la corrección cilíndrica necesaria para que la AVCC sea unidad (0,00 logMar).

## Resultados

En la tabla I se muestran los valores (valor medio, error estándar de la media, máximo y mínimo) de IUC, PAVC y de AVCC para ojos normales y con queratocono. El menor valor de IUC ( $52,78 \pm 7,27\%$ ) y de PAVC ( $0,39 \pm 0,08$  logMar) se observó en el grupo de queratocono.

En el grupo de queratocono el valor medio de AT es de 1,63 D ( $\pm 0,31$ D) y el de AR es de 1,62 D ( $\pm 0,31$ ), valores que se aproximan al valor medio del astigmatismo refractivo ( $1,44 \pm 0,31$  D).

El análisis de regresión entre IUC y PAVC (tabla II, fig. 1) pone de manifiesto una

**Tabla I. Agudeza visual con corrección (LogMar), índice de uniformidad corneal (%) y predicción de agudeza visual corneal (LogMar) en el grupo de ojos normales y con queratocono**

		Media	SEM	Máximo	Mínimo
Normales	BCAV	-0,16	0,02	0,00	-0,30
	IUC	98,33	1,21	100	80
	PAVC	-0,19	0,027	0,10	-0,30
Queratocono	BCAV	-,017	0,009	0,00	-0,10
	IUC	52,78	7,27	100	0
	PAVC	0,39	0,08	1,0	-0,10

**Tabla II. Relación entre el índice de uniformidad corneal y la predicción de agudeza visual corneal en el grupo de ojos normales y con queratocono. Análisis de regresión**

	r <sup>2</sup>	p	y = b + a x
Normales	0,600	0,000	y = 1,486 - 0,017 x
Queratocono	0,962	0,000	y = 0,972 - 0,01 x

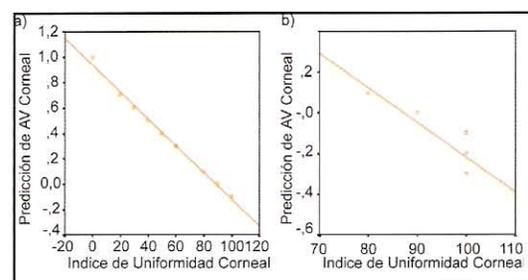


Fig. 1. Relación entre IUC y PAVC: a) queratocono; b) normales.

relación estadísticamente significativa entre ambos parámetros para los dos grupos, siendo mayor dicha relación en el grupo de ojos con queratocono ( $r^2 = 0,962$ ,  $p = 0,000$ ), y menor en el grupo de ojos normales ( $r^2 = 0,600$ ,  $p = 0,000$ ). El alto grado de correlación positiva encontrado en ambos grupos indica la gran dependencia del valor de predicción sobre el grado de uniformidad corneal, mejorando la predicción de AV al aumentar la uniformidad corneal.

A través de una prueba-t para muestras relacionadas se compararon la AVCC con la PAVC tanto en ojos normales como con queratocono (tabla III). La diferencia media entre los dos valores resultó no ser estadísticamente diferente de cero en el grupo de ojos normales, lo cual indica que los valores de PAVC eran consistentes con la AVCC (fig. 2.a.). La diferencia media entre la AVCC y la PAVC era estadísticamente distinta de cero en el grupo de ojos con queratocono, lo que

**Tabla III. Relación entre la agudeza visual con corrección y predicción de agudeza visual corneal en ojos normales y con queratocono. Prueba t- para muestras relacionadas**

	Media	SD	SEM	95% confidence Limits	p
Queratocono	-0,411	± 0,349	± 0,082	0,274 a - 1,096	0,000
Normales	0,0278	± 0,123	± 0,029	0,268 a - 0,213	0,350

puso de manifiesto la falta de concordancia entre ambos valores. La representación de la diferencia entre ambos valores frente a la media se presenta en la figura 2.b, donde se indican la diferencia media y los intervalos de confianza (95%).

En el análisis de regresión entre el IUC y la corrección cilíndrica en gafa (tabla IV) se observó una relación estadísticamente significativa entre ambos parámetros, ( $r = 0,663$ ,  $r^2 = 0,440$ ,  $p = 0,003$ ), evidenciando que a la medida que el IUC disminuye, la necesidad de corrección cilíndrica aumenta. Asimismo, se determinó la relación entre la corrección cilíndrica en gafa con el valor de AR proporcionado por el HDS, siendo este último la cantidad de astigmatismo que puede ser neutralizado con la corrección y resultando muy útil en la refracción de pacientes con córneas irregulares<sup>2</sup>. El análisis de regresión proporciona una correlación estadísticamente significativa ( $r = 0,856$ ,  $r^2 = 0,733$ ,  $p = 0,000$ ).

El análisis de regresión entre el IUC y los índices de astigmatismo total y regular proporcionado por el HDS, pone de manifiesto una relación estadísticamente significativa en ambos grupos (tabla IV).

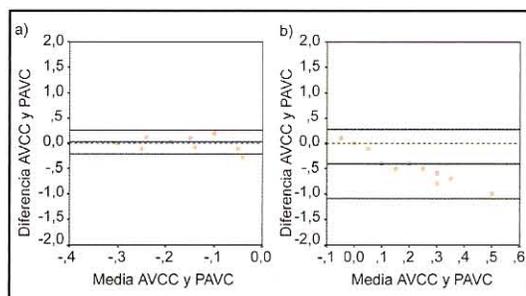


Fig. 2. Diferencia vs Media: a) normales; b) queratocono.

**Tabla IV. Análisis de regresión entre el IUC y corrección cilíndrica, índices de Astigmatismo Total y de Astigmatismo Regular proporcionados por el HDS en el grupo de queratocono**

	r	r <sup>2</sup>	p	y = b + a x
Corrección cilíndrica	0,644	0,415	0,004	y = 2,88 - 0,027 x
Astigmatismo total	0,696	0,485	0,001	y = 3,182 - 0,029 x
Astigmatismo regular	0,690	0,476	0,002	y = 3,162 - 0,029 x

Asimismo, en los casos de queratocono incluidos en este estudio, el valor de astigmatismo total que proporciona el HDS, que incluye el astigmatismo regular y el irregular, es muy similar al regular

proporcionado por el mismo programa, como se evidenció en el análisis de regresión realizado entre ambos parámetros ( $r = 1,00$ ,  $r^2 = 1,00$ ,  $p = 0,000$ ). Este hecho vendría a justificar la buena AV obtenida en todos los casos con la corrección del AR en gafa puesto que, a pesar del valor de IUC (menor de lo normal y típico de queratocono) el astigmatismo irregular es de muy pequeña magnitud o inexistente.

## Discusión

En este trabajo se evalúa la relación entre los índices topográficos IUC y PAVC en ojos normales y con queratocono, así como su relación, en ambos casos, con la AVCC y la influencia de la presencia de astigmatismo regular y/o irregular. Teóricamente, la AVCC se puede predecir con estos índices si la irregularidad de la córnea es la única causa de disminución de la AVCC. Esto implica transparencia de medios oculares y ausencia de patología macular.

Se observó un alto grado de irregularidad corneal en el grupo de queratocono (media: 56,11%), hallazgo semejante al de Maguire y Bourne<sup>7</sup>, que también encuentran un importante grado de irregularidad corneal en queratoconos con una buena AVCC. La relación entre la PAVC y el IUC se encontró estadísticamente significativa en los ojos con queratocono. El alto grado de relación no está en concordancia con la AVCC que era unidad en todos los casos (0,00 logMar). De hecho, la diferencia entre la AVCC y la PAVC en el grupo de ojos con queratocono era estadísticamente significativa (t-test para muestras relacionadas). Weiss y Oplinger<sup>12</sup> estudiaron la relación entre ambos valores en pacientes con anomalías corneales cuya agudeza visual con la mejor corrección era, en la mayor parte de los casos, menor de unidad, y observaron que la PAVC era menos efectiva en ojos con anomalías corneales incluyendo los casos de queratocono. Concordando con

nuestros hallazgos, otros estudios encuentran que a pesar de la existencia o sospecha de una topografía irregular como consecuencia de intervenciones quirúrgicas<sup>8</sup>, así como en situaciones en las que de manera natural aparece astigmatismo, como en queratocono y degeneración marginal pelúcida<sup>7,9</sup>, es frecuente la presencia de una buena AVCC.

En nuestro estudio observamos que, a pesar de la presencia de un IUC menor de lo normal y de que la PAVC es también baja, la AVCC en los casos con queratocono es normal, lo que se podría explicar por el hecho de que el astigmatismo total y el regular que proporcionan el HDS son muy similares, como lo demuestra el análisis de regresión entre ambos parámetros ( $r = 1,00$ ,  $r^2 = 1,00$ ,  $p = 0,000$ ). Cabe esperar, por tanto, que la corrección esféricoilíndrica sea suficiente para obtener una AVCC de 0,00 en unidades logarítmicas. Este hallazgo pone de manifiesto que el IUC y la PAVC son útiles en la predicción de la AVCC, si se tienen en cuenta los factores AT y AR. Esto permite concluir que en presencia de astigmatismo irregular ambos índices son representativos para la predicción de la AV; pero, en su ausencia, y siempre que el AR se corrija, la AV puede ser normal. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Shionaty et al<sup>13</sup>, quienes observaron que el IUC y la PAVC son dos índices topográficos útiles para estimar el efecto del astigmatismo irregular sobre la agudeza visual.

También puede concluirse que la PAVC es más útil en la predicción de la AVCC en ojos normales que en ojos con queratocono. El IUC revela una córnea no uniforme bien correlacionada con la PAVC en ojos con queratocono, observándose que la presencia de AR y la necesidad de corrección cilíndrica aumentan a medida que el IUC disminuye.

## Bibliografía

1. Chastang PJ, Borderie VM, Carvajal-Gonzalez S, Rostène W, Laroche L. Automated keratoconus detection using the EyeSys videokeratoscope. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:675-683.
2. Holladay JT. Corneal topography using the Holladay Diagnostic Summary. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:209-221.
3. Maeda N, Klyce SD, Smolek MK, Thompson HW. Automated keratoconus screening with corneal topography analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994;35(6):2749-57.
4. Buxton JN, Keates RH, Hoefle FB. The contact lens correction of keratoconus. Dabezies OH Jr, editor. *Contact lenses: The CLAO guide to basic science and clinical practice*. Orlando, FL: Grune & Stratton. 1984;55.1-55.14.
5. Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293-322.
6. Reinke AR. Keratoconus: A review of research and current fitting techniques. Part 1. *Int Contact Lens Clin* 1975;2:66-79.
7. Maguire LJ, Bourne WM. Corneal topography of early keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1989; 108:107-12.
8. Maguire LJ. Corneal topography of patients with excellent Snellen visual acuity after pikeratophakia for aphakia. *Am J Ophthalmol* 1990;109:162-167.
9. Maguire LJ, Klyce SD, McDonald MB, Kaufman HE. Corneal topography of pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology* 1987; 94:519-524.
10. Wilson SE, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical Study. *Arch Ophthalmol* 1991;109(3):349-353.
11. Chastang PJ, Borderie VM, Carvajal-Gonzalez S, Rostène W, Laroche L. Prediction of spectacle-corrected visual acuity using videokeratography. *J Refract Surg* 1999; 15:572-579.
12. Weiss JS, Oplinger NL. An analysis of the accuracy of predicted corneal acuity in the Holladay diagnostic summary program. *CLAO J* 1998;24(3):141-144.
13. Shiotani Y, Maeda N, Inoue T, Watanabe H, Inoue Y, Shimomura Y, Tano Y. Comparison of topographic indices that correlate with visual acuity in videokeratography. *Ophthalmology* 2000;107(3):559-564.